College Library
SEP 5 1923
Not to be Drawn

Physikalische Zeitschrift

Begründet von E. Riecke und H. Th. Simon

Herausgeber:
Professor Dr. **M. Born** und
Professor Dr. **P. Debye**

Schriftleiter:
Dr. **Hans Küstner** in Göttingen

Die Physikalische Zeitschrift erscheint monatlich zweimal im Umfange von zwei bis vier Bogen und wird vierteljährlich zur Grundzahl 5 mal Schlüsselzahl des Börsenvereins der Deutschen Buchhändler postfrei geliefert. Für das Ausland beträgt der Preis 9 schweiz. Frcs. vierteljährlich. Bestellungen nehmen jede Buchhandlung, die Post sowie die Verlagsbuchhandlung entgegen. Anzeigen werden für die einmal gespaltene Millimeterzeile zur Grundzahl M. —.15, Beilagen zur Grundzahl M. 3.— für je Tausend berechnet.

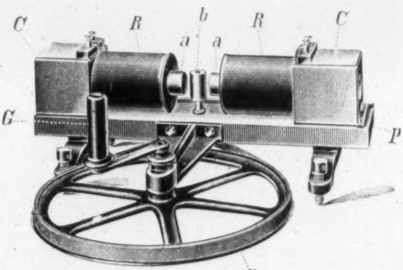
Alle Manuskriptsendungen und darauf bezügliche Zuschriften sind zu richten entweder an die Herausgeber: Professor Dr. M. Born, Göttingen, Planckstraße 21, und Professor Dr. P. Debye, Zürich, Physikgebäude, Gloriastr. 35 oder an die Schriftleitung: Dr. Hans Küstner, Göttingen, Bunsenstraße 9, Physikalisches Institut der Universität, alle Büchersendungen und Anzeigenaufträge an den

Verlag von **S. Hirzel** in Leipzig, Königstraße 2.

No. 14. Leipzig, 15. Juli 1923. **24. Jahrgang.**
No. 642.
Printed in Germany.

Phys.-mech. Institut von Prof. Dr. M. Th. Edelmann & Sohn,

München.



Elektro-magnet

mit Rotationsapparat zur Demonstration des Äthersiedens in einem rotierenden Kupferzylinder.

Katalog 30 erschienen und ebenso wie Spezialliste No. 29 über Saitengalvanometer und Registrierapparate, Spezialliste No. 31 über einfache Präzisionsschulapparate gratis und franko.

Inhaltsverzeichnis:

(B. = Besprechungen.)

Seite

Arrhenius, S., Die Chemie und das moderne Leben. (B.) . . . 300
Aston, F. W., Isotope, (B.) . . . 302
Atmosphäre: Radioaktive Zerfallsprodukte in der — und die Wahrscheinlichkeit ihrer Herkunft von der Sonne, v. H. Bongards . . . 295
Bjerknes, V., Untersuchungen über elektrische Resonanz. (B.) . . . 301
Bongards, H., Radioaktive Zerfallsprodukte in der Atmosphäre und die Wahrscheinlichkeit ihrer Herkunft von der Sonne . . . 295
Brownsche Bewegung: Untersuchungen über die Theorie der „—", v. A. Einstein. (B.) . . . 300
Cäsiumdubletts, v. F. J. v. Wisniewski . . . 294
Caspari, W., Biologische Grundlagen zur Strahlentherapie der bösartigen Geschwülste. (B.) . . . 303
Chemie: Die — und das moderne Leben, v. S. Arrhenius. (B.) . . . 300
Chemie: Vorlesungen über die Geschichte der —, v. R. Meyer. (B.) . . . 301
Dipolrotationseffekt: Zur Theorie des Born-Lertesschen —, v. H. Schmick . . . 291
Einstein, A., Untersuchungen über die Theorie der „Brownschen Bewegung". (B.) . . . 300
Erdinneres: Die elastischen Konstanten im —, v. B. Gutenberg . . . 296
Farben: Einführung in die Optik. Das Licht und die —, v. L. Graetz. (B.) . . . 302
Geschwülste: Biologische Grundlagen zur Strahlentherapie der bösartigen —, v. W. Caspari. (B.) . . . 303
Graetz, L., Einführung in die Optik. Das Licht und die Farben. (B.) . . . 302
Gutenberg, B., Die elastischen Konstanten im Erdinnern . . . 296
Isotope, v. F. W. Aston. (B.) . . . 302
Konstanten: Die elastischen — im Erdinnern, v. B. Gutenberg . . . 296

Seite

Otto Lehmann †, v. A. Schleiermacher u. R. Schachenmeier . . . 289
Licht: Einführung in die Optik. Das — und die Farben, v. L. Graetz. (B.) . . . 302
Mechanik: Allgemeine —, v. C. H. Müller u. G. Prange (B.) . . . 301
Mechanik: Grundlagen und Anwendungen der statistischen —, v. A. Wassmuth. (B.) . . . 301
Meyer, R., Vorlesungen über die Geschichte der Chemie. (B.) . . . 301
Müller, C. H. u. **G. Prange**, Allgemeine Mechanik. (B.) 301
Nernst, W., Das Weltgebäude im Lichte der neueren Forschung. (B.) . . . 302
Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft: Stiftung der General Electric Company, Shenectady/New York, Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin und Siemens-Konzern, Berlin. (T.) . . . 303
Prange, G. u. **C. H. Müller**, Allgemeine Mechanik. (B.) 301
Resonanz: Untersuchungen über elektrische —, v. V. Bjerknes. (B.) . . . 301
Saitenelektrometer: Zu dem Lutzschen „— neuer Form", v. Th. Wulf . . . 299
Schachenmeier, R. u. **A. Schleiermacher**, Otto Lehmann † . . . 289
Schleiermacher, A. u. **R. Schachenmeier**, Otto Lehmann † . . . 289
Schmick, H., Zur Theorie des Born-Lertesschen Dipolrotationseffekts . . . 291
Sonne: Radioaktive Zerfallsprodukte in der Atmosphäre und die Wahrscheinlichkeit ihrer Herkunft von der —, v. H. Bongards . . . 295
Strahlentherapie: Biologische Grundlagen zur — der bösartigen Geschwülste, v. W. Caspari. (B.) . . . 303
Wassmuth, A., Grundlagen und Anwendungen der statistischen Mechanik. (B.) . . . 301
Weltgebäude: Das — im Lichte der neueren Forschung, v. W. Nernst. (B.) . . . 302
v. **Wisniewski, F. J.**, Cäsiumdubletts . . . 294
Wolfke, M., Spannungsmessungen am Tesla-Transformator (diese Zeitschr. 24, 249, 1923). Berichtigung dazu . . . 303
Wulf, Th., Zu dem Lutzschen „Saitenelektrometer neuer Form" . . . 299
Zerfallsprodukte: Radioaktive — in der Atmosphäre und die Wahrscheinlichkeit ihrer Herkunft von der Sonne, v. H. Bongards . . . 295

Größerer Pultempfänger
für drahtlose Telegraphie
mit Zwischenkreis, 2 Drehkondensatoren
sofort zu verkaufen Angebote unter **R. F. 73** an den Verlag der Physikal. Zeitschrift (S. Hirzel) in Leipzig, Königstr. 2.

Neuste Konstruktion!

Kugelepiskop. D.R.P. 250314.

Franz Schmidt & Haensch

Berlin S. 42, Prinzessinnenstraße 16

Werkstätten für Präzisions-Mechanik und Optik.

Neue optische Spezialinstrumente eigener Konstruktion, Polarisations-, Spektral-, Projektionsapparate, Episkope u. a.

Preislisten kostenlos.

PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 14. 15. Juli 1923. Redaktionsschluß für No. 16 am 5. August 1923. 24. Jahrgang.

INHALT:

A. Schleiermacher u. R. Schachenmeier, Otto Lehmann †. S. 289.

Originalmitteilungen:

H. Schmick, Zur Theorie des Born-Lertesschen Dipolrotationseffekts. S. 291.

F. J. v. Wisniewski, Cäsiumdubletts. S. 294.

H. Bongards, Radioaktive Zerfallsprodukte in der Atmosphäre und die Wahrscheinlichkeit ihrer Herkunft von der Sonne. III. Mitteilung. S. 295.

B. Gutenberg, Die elastischen Konstanten im Erdinnern. S. 296.

Th. Wulf, Zu dem Lutzschen „Saitenelektrometer neuer Form". S. 299.

Besprechungen:

A. Einstein, Untersuchungen über die Theorie der „Brown'schen Bewegung". S. 300.

S. Arrhenius, Die Chemie und das moderne Leben S. 300.

V. Bjerknes, Untersuchungen über elektrische Resonanz. S. 301.

A. Wassmuth, Grundlagen und Anwendungen der statistischen Mechanik. S. 301.

C. H. Müller u. G. Prange, Allgemeine Mechanik. S. 301.

Rich. Meyer, Vorlesungen über die Geschichte der Chemie. S. 301.

L. Graetz, Einführung in die Optik. S. 302.

F. W. Aston, Isotope. S. 302.

W. Nernst, Das Weltgebäude im Lichte der neueren Forschung. S. 302.

W. Caspari, Biologische Grundlagen zur Strahlentherapie der bösartigen Geschwülste. S. 302.

Berichtigung. S. 303.

Tagesereignisse. S. 303.

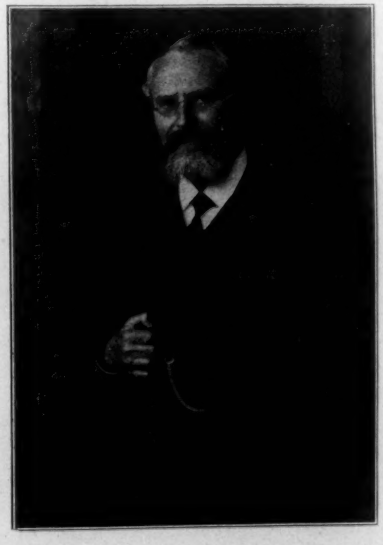
Personalien. S. 304.

Gesuche. S. 304.

Otto Lehmann.

Nachruf von A. Schleiermacher und R. Schachenmeier.

Am 17. Juni 1922 starb Herr Professor Dr. O. Lehmann, Geh. Rat II. Kl., Direktor des physikalischen Instituts an der Technischen Hochschule Karlsruhe im Ruhestand. Unerwartet wurde er aus rastloser Tätigkeit durch den Tod hinweggerissen. Es ist der Wunsch seiner Freunde, daß auch ferner stehende Kreise Einblick in das Leben und Wirken dieses seltenen Mannes gewinnen möchten.



Otto Lehmann war geboren am 13. Januar 1855 in Konstanz. Sein Vater, Franz Xaver Lehmann, Seminardirektor, ehemals Professor der Mathematik und Naturwissenschaften am Gymnasium zu Freiburg i. B., war ein begeisterter Freund der Natur. Er suchte insbesondere nach mathematischen Gesetzmäßigkeiten in der organischen Welt, maß die eigenartigen Schraubenwindungen der Schneckengehäuse und die geometrische Form der Blattränder bei verschiedenen Pflanzen und versuchte, diese Gestalten durch genaue mathematische Formeln wiederzugeben. Er erweckte in seinem Sohn, der, ohne Geschwister, sich viel in dem väterlichen Laboratorium aufhielt, frühzeitig naturwissenschaftliche Interessen. Durch ein kleines Mikroskop, welches er ihm schenkte, gab er bereits seinen späteren Studien entscheidende Richtung.

Otto Lehmann studierte in Straßburg. Die meisten Anregungen empfing er von

Kundt und Groth. Nach Abschluß seines Studiums war er mehrere Jahre als Mittelschullehrer in Freiburg und Mülhausen i. E. tätig; 1883 wurde er etatsmäßiger Dozent, 1885 a. o. Professor in Aachen, 1888 a. o. Professor in Dresden, 1889 ordentl. Professor in Karlsruhe als Nachfolger von Heinrich Hertz.

In diesen Jahren beschäftigte er sich mit mikroskopischen Untersuchungen an Kristallen, deren Wachstum, Auflösung usw. Wohl das ganze Wissen jener Zeit über diesen Gegenstand faßte er zusammen in dem zweibändigen Werke „Molekularphysik", das auch über sehr viele eigene experimentelle Untersuchungen berichtet.

Seine Vorlesung über Experimentalphysik begann O. Lehmann in Karlsruhe in selbständiger und origineller Weise auszugestalten. Große, weithin sichtbare Apparate, welche einer großen Zuhörerschaft genaue Beobachtung der Versuche gestatten, wurden von ihm entworfen und im Institut ausgeführt. Auf effektvolle, reich ausgestattete Versuche legte er in Vorlesungen und Vorträgen großen Wert. Auch einem weiteren Kreise von Gebildeten gab er in zahlreichen Vorträgen, hauptsächlich im Naturwissenschaftlichen Verein in Karlsruhe, dessen Vorsitzender er viele Jahre lang war, Einblick in die neuesten Fortschritte der Wissenschaft und in seine eigenen Forschungen. Seine reichen Erfahrungen in physikalischen Demonstrationen sind niedergelegt in Frick-Lehmann, „Physikalische Technik", wohl dem umfangreichsten Werk der Weltliteratur über diesen Gegenstand.

Sein wissenschaftliches Arbeitsgebiet in den ersten Karlsruher Jahren waren die elektrischen Entladungen in verdünnten Gasen. Leitender Grundgedanke war, große Entladungsgefäße zu verwenden, um den Einfluß der Wandung zurückzudrängen. So wurden Glasgefäße von 1—2 m Länge und bis zu $^3/_4$ m Durchmesser verwendet, deren Evakuierung mit den damaligen Pumpen keine leichte Aufgabe war. Seiner Geistesart entsprechend waren diese Beobachtungen beschreibender, nicht messender Natur.

Die mikroskopischen Untersuchungen Lehmanns haben wohl auch in dieser Zeit nie ganz geruht. Am Mikroskop hatte er schon früher eine Reihe von Verbesserungen angebracht, insbesondere Heizung und Kühlung des Präparats, welche es ermöglichten, die aus Schmelze oder Lösung entstehenden Kriställchen während ihrer Entstehung zu beobachten und in jedem Stadium beliebig lange zu erhalten. Dieses von ihm sogenannte „Kristallisationsmikroskop" ist weitgehender Verwendung zur mikroskopischen Analyse fähig. Seine Studien über Umwandlungstemperaturen, Polymorphie, Mischkristalle u. a. m. hat er mit diesem Instrument ausgeführt. Als letzte und wichtigste Frucht dieser Arbeiten ist die Entdeckung der flüssigen Kristalle zu nennen, die seinen Namen in den weitesten Kreisen bekannt gemacht hat. Ein außerordentlich großes Beobachtungsmaterial über diese neuartigen Erscheinungen ist in mehr als 100 zum Teil sehr umfangreichen Abhandlungen mit vielen Illustrationen und in mehreren großen Büchern niedergelegt. Ungeheure Arbeitskraft und Willensstärke in der Verfolgung wissenschaftlicher Forschung waren erforderlich, um diese Leistungen zustande zu bringen. Um die unter dem Mikroskop beobachteten Vorgänge einem größeren Zuhörerkreis vorführen zu können, verwendete er die modernsten Hilfsmittel der Mikroprojektion und Kinematographie. Er hielt Vorträge über flüssige Kristalle vor wissenschaftlichen Akademien und vielen wissenschaftlichen Vereinen. Hohe Ehrungen wurden ihm von diesen zu Teil.

Von den Charaktereigenschaften O. Lehmanns war für den aufmerksamen Beobachter wohl die hervorstechendste sein geradezu leidenschaftliches Interesse für wissenschaftlichen Fortschritt jeder Art. Alle anderen Charakterzüge traten hinter diesem zurück. In

erster Linie beschäftigten ihn natürlich seine eigenen Forschungen; doch gab es wohl kaum ein neues Gebiet der Physik, das er nicht gut kannte. Seine ganze Lebensführung war dem einen Ziel der Forschung untergeordnet. Alles Geschehen im öffentlichen und privaten Leben hatte wohl nur mittelbar, mit Bezug auf seine wissenschaftlichen Bestrebungen, Bedeutung für ihn. Daneben nahm er seine amtlichen und sonstigen Pflichten mit der peinlichsten Gewissenhaftigkeit wahr. Nur eine ungewöhnlich starke Konstitution und große persönliche Anspruchslosigkeit konnten ihm ermöglichen, neben allen Amtsgeschäften des Institutsdirektors, seinen Vorlesungen usw. die intensivste Forschungstätigkeit zu betreiben.

Die einzige Erholung, die er sich gönnte, suchte und fand er im Kreise seiner Familie, die ihn mit rührender Sorgfalt und Liebe umgab. Insbesondere die Ferienmonate verbrachte er mit ihr in einem weltfernen Ferienhaus in dem Schwarzwaldorte Hundsbach. Aber auch hier fühlte er sich nur wohl bei rastloser Tätigkeit. Er richtete sich ein Ferienlaboratorium ein, in welchem viele, hauptsächlich mikroskopische, Arbeiten entstanden sind.

Bei Kollegen, bei der Studentenschaft und in weitesten Kreisen der Stadt war O. Lehmann beliebt und hoch geehrt. Wohl konnten viele seine wissenschaftliche Bedeutung nicht beurteilen. Aber jedermann, mit dem er in Berührung kam, empfand unwillkürliche Achtung vor dem faustischen Grundzug, der tief in seinem Wesen verankert lag.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Zur Theorie des Born-Lertesschen Dipolrotationseffekts[1]).

Von Hans Schmick.

Aus der Debyeschen Dipoltheorie[2]) zog M. Born die Folgerung[3]), daß ein elektrostatisches Drehfeld hoher Frequenz auf eine Dipolflüssigkeit ein meßbares Drehmoment ausüben müßte. Dieser Rotationseffekt wurde von P. Lertes[4]) für die in Betracht kommenden Frequenzen in relativ guter quantitativer Übereinstimmung mit der Theorie experimentell nachgewiesen und als unabhängig von einem ähnlichen Effekt erkannt, der bei niedrigeren Frequenzen stark in Erscheinung tritt und im wesentlichen auf die Leitfähigkeit der Flüssigkeit zurückzuführen ist. Bei der Anwendung der Dipoltheorie erhält man das Drehmoment, indem man die Phasenverzögerung der Polarisation gegenüber dem erregenden Felde $\mathfrak{E}$ berechnet. Für diesen Ansatz ist charakteristisch die Reibung der Moleküle, die sich in ihrer Umgebung drehen. Hierbei setzte man lediglich die natürlichen, im Molekül fest verankerten Dipole Debyes in Rechnung; hingegen nahm man Isotropie des Moleküls in bezug auf die Verschiebungselektronen an: Diese sollten sich immer in Richtung des Feldes bewegen. Nun darf man aber vermuten, daß die Elektronen bei ihrer Verschiebung aus der Ruhelage (wir behalten der Anschaulichkeit halber dieses Bild bei) Zwangskräften unterliegen, die durch den Bau des Moleküls bedingt sind. Auch hierdurch wird das Molekül je nach seiner Lage im Felde ein verschiedenes Drehmoment erhalten. Bereits Langevin und später M. Born[1]) haben für die Theorie des elektrischen Kerreffekts diese Annahme verwertet. In einer Kritik der Dipoltheorie[2]) glaubte nun C. Bergholm die Vermutung aufstellen zu dürfen, daß schon die anisotrope Bindung der Verschiebungselektronen zur Erklärung des von Lertes beobachteten Effekts genüge. Zu dieser Frage soll im folgenden ein quantitativer Beitrag gegeben werden.

1) Der Göttinger Dissertation 1923 entnommen.
2) P. Debye, diese Zeitschr. **13**, 97, 1912; Verh. d. D. Phys. Ges. **15**, 777, 1913.
3) M. Born, Zeitschr. f. Phys. **1**, 221, 1920.
4) P. Lertes, Zeitschr. f. Phys. **6**, 56, 1921.

1) M. Born, Ann. d. Phys. (4) **55**, 177, § 7.
2) C. Bergholm, Zeitschr. f. Phys. **8**, 68, 1921.

§ 1.

Nach dem Debye-Bornschen Vorbild entwickeln wir in allgemeinster Weise die Differentialgleichung für die Verteilung NF pro cm³ der Moleküle auf die verschiedenen Lagen, die sie im Kraftfelde annehmen können. Hierbei ist N die Anzahl der Moleküle im cm³; ferner hat das Integral von F über den Lagenraum den Wert Eins:

$$\int F d\tau = 1.$$

Jedes Molekül besitze:

1. ein natürliches elektrisches Moment $\mathfrak{M}$;
2. ein „Verschiebungsmoment" $\mathfrak{p}$, das wir als lineare Vektorfunktion der Kraft annehmen:

$$\mathfrak{p} = (a)\,\mathfrak{K}.$$

Es gibt ein im Molekül festes Koordinatensystem $(x'y'z')$, das Hauptachsensystem, in dem $\mathfrak{p}$ in die Komponenten:

$$\mathfrak{p}_{x'} = a_1 \mathfrak{K}_{x'}; \ldots \qquad (1)$$

zerfällt, wo a_1, a_2, a_3 Konstanten sind. Zur Vereinfachung nehmen wir an, daß $\mathfrak{M}$ in die Richtung der z'-Achse falle. Die Transformation auf das im Raume feste Koordinatensystem (xyz) mit gleichem Nullpunkt sei durch das folgende Schema der Richtungscos gegeben:

	x	y	z
x'	α_{11}	α_{12}	α_{13}
y'	α_{21}	α_{22}	α_{23}
z'	α_{31}	α_{32}	α_{33}

Dann ist:

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{M}_x &= M\alpha_{31};\ \mathfrak{M}_y = M\alpha_{32};\ \mathfrak{M}_z = M\alpha_{33} \\ \mathfrak{p}_x &= a_{xx}\mathfrak{K}_x + a_{xy}\mathfrak{K}_y + a_{xz}\mathfrak{K}_z \end{aligned}\right| \qquad (2)$$

worin:

$$a_{xx} = \sum_i a_i \alpha_{i1}^2; \ldots$$

$$a_{yz} = a_{zy} = \sum_i a_i \alpha_{i2}\alpha_{i3}; \ldots$$

zu setzen ist.

Die potentielle Energie des Moleküls im elektrischen Felde hat den Ausdruck:

$$U = U_1 + U_2 = -(\mathfrak{M}\mathfrak{K}) - \tfrac{1}{2}(\mathfrak{p}\mathfrak{K}).$$

Für den Fall, daß alle a voneinander verschieden sind, betrifft der statistische Ansatz die 3 Freiheitsgrade eines starren Körpers, der sich um seinen Schwerpunkt dreht. Wir müssen einen homogenen Lagenraum wählen, in dem beim Fehlen äußerer Einwirkung Gleichverteilung herrscht. Das Linienelement ds dieses Lagenraums muß daher mit dem infinitesimalen Drehungswinkel des Moleküls übereinstimmen. Seine Koordinaten sind 3 Winkel ϑ, φ, ψ, ähnlich den Eulerschen Winkeln, die wir folgendermaßen definieren. ϑ und φ sollen die Richtung der z'-Achse angeben (ϑ = Breite, φ = Länge). ψ bedeute Drehung um die z'-Achse, genauer: ψ bestimme den Winkel, den die x'-Achse mit einer Richtung in der $(x'y')$-Ebene bildet, die durch die Projektion der positiven z-Achse auf diese Ebene gegeben ist. Dabei wird ψ im Sinne positiver Drehung um die z'-Achse gerechnet. Dann findet man leicht aus dem zugehörigen Schema der Richtungscos[1]) den Ausdruck des Linienelements:

$$ds^2 = d\vartheta^2 + d\varphi^2 + d\psi^2 + 2\cos\vartheta\, d\varphi\, d\psi. \qquad (3)$$

Nun lautet die Differentialgleichung für die Verteilung F in allgemeinster Schreibweise:

$$\varrho \frac{\partial F}{\partial t} - kT\Delta F = \operatorname{div}(F \operatorname{grad} U) \qquad (4)$$

(k = Boltzmannsche Konstante; T = Temperatur; $\varrho = 8\pi R^3 \eta$, wo R der Radius des Moleküls und η die Konstante der molekularen Reibung).

Mit Hilfe tensoranalytischer Formeln[2]) erhält man aus (4) unter Berücksichtigung von (3) die Differentialgleichung:

$$\varrho\frac{\partial F}{\partial t} - kT\left\{\frac{1}{\sin\vartheta}\frac{\partial}{\partial\vartheta}\left(\sin\vartheta\frac{\partial F}{\partial\vartheta}\right) + \frac{1}{\sin^2\vartheta}\left(\frac{\partial^2 F}{\partial\varphi^2} + \frac{\partial^2 F}{\partial\psi^2} - 2\cos\vartheta\frac{\partial^2 F}{\partial\varphi\,\partial\psi}\right)\right\}$$
$$= \frac{1}{\sin\vartheta}\frac{\partial}{\partial\vartheta}\left(\sin\vartheta F\frac{\partial U}{\partial\vartheta}\right) + \frac{1}{\sin^2\vartheta}\left\{\frac{\partial}{\partial\varphi}\left(F\frac{\partial U}{\partial\varphi}\right) + \frac{\partial}{\partial\psi}\left(F\frac{\partial U}{\partial\psi}\right) - \cos\vartheta\frac{\partial}{\partial\varphi}\left(F\frac{\partial U}{\partial\psi}\right) - \cos\vartheta\frac{\partial}{\partial\psi}\left(F\frac{\partial U}{\partial\varphi}\right)\right\}. \qquad (5)$$

Diese Gleichung läßt sich nicht mehr mit Kugelfunktionen behandeln. Daher setzen wir zur Vereinfachung nunmehr voraus, daß $\mathfrak{p}$ „rotationsellipsoidischen Charakter" in bezug auf die z'-Achse habe, die ja auch den festen Dipol $\mathfrak{M}$ enthält. Zwischen den Konstanten a des Moments $\mathfrak{p}$ besteht dann die Beziehung:

$$a_1 = a_2.$$

Die potentielle Energie nimmt, wenn wir noch

$$a_3 = a$$

schreiben, die Form an:

$$U_1 = -M\{\mathfrak{K}_x\cos\varphi\sin\vartheta + \mathfrak{K}_y\sin\varphi\sin\vartheta + \mathfrak{K}_z\cos\vartheta\},$$
$$U_2 = -\tfrac{1}{2}\{a_1\mathfrak{K}^2 + (a - a_1)(\cos\varphi\sin\vartheta\mathfrak{K}_x + \sin\varphi\sin\vartheta\mathfrak{K}_y + \cos\vartheta\mathfrak{K}_z)^2\}.$$

Nun setze man das Drehfeld:

$$\mathfrak{K}_x = K\sin\alpha\cos\omega t$$
$$\mathfrak{K}_y = K\sin\alpha\sin\omega t$$
$$\mathfrak{K}_z = K\cos\alpha$$

1) Vgl. M. Planck, Allg. Mechanik, § 152.
2) Vgl. H. Weyl, Raum-Zeit-Materie.

(a = Poldistanz) ein und entwickele die Differentialgleichung bis zu 3. Potenzen der Amplitude. Da die Polarisation mit dem Felde das Vorzeichen wechselt, wird sie keine Glieder mit $\mathfrak{K}^2$ enthalten. Ihr Ausdruck ist:

$$\mathfrak{P} = N \int\int (\mathfrak{p} + \mathfrak{M})\, F \sin\vartheta\, d\vartheta\, d\varphi.$$

Beachten wir die Forderungen:

$$F \text{ stationär} = c\, e^{-\frac{U}{kT}}$$

und

$$\int\int F \sin\vartheta\, d\vartheta\, d\varphi = 1,$$

so können wir F als eine Summe von Kugelfunktionen bis zur 3. Ordnung wie folgt darstellen:

$$F = \frac{1}{4\pi}\left(1 + \sum_1^3 Y_n\right),$$

$$Y_n = \sum_\nu P_{n\nu}(\cos\vartheta)\,\{A_\nu \cos\nu(\varphi - \omega t) + B_\nu \sin\nu(\varphi - \omega t)\},$$

$$P_{n\nu} = i^\nu \sin^\nu\vartheta \left\{\cos^{n-\nu}\vartheta - \frac{(n-\nu)(n-\nu-1)}{2(2n-1)}\cos^{n-\nu-2}\vartheta + \ldots\right\}.$$

In ähnlicher Weise verwandeln wir $\mathfrak{p}$ und $\mathfrak{M}$ aus (1) in Kugelfunktionen, so daß uns die Integralsätze zur Verfügung stehen. Diese Vektoren und damit auch die Polarisation zerlegen wir in dem von Born eingeführten[1]), natürlichen Koordinatensystem $(\vec{snz})$, das sich mit dem Felde dreht. s und n liegen in der (xy)-Ebene, s zeigt in Richtung der Projektion von $\mathfrak{K}$ auf diese Ebene. Bei der Ausrechnung von F vernachlässigen wir die in den Konstanten auftretende Größe $\delta = \frac{\omega\varrho}{2kT}$, die bis zu Frequenzen $\omega = 10^9$ sehr klein bleibt, gegen Eins und δ^2 gegen δ. Dann erhalten wir als Endergebnis die Polarisation:

$$\left.\begin{aligned}
\mathfrak{P}_n &= -\delta N \sin\alpha \left\{\frac{M^2 K}{3kT} + \left[-\frac{M^4}{20k^3T^3} + \frac{M^2(a-a_1)}{18k^2T^2} + \frac{(a-a_1)^2}{45kT}\right]K^3\right\},\\
\mathfrak{P}_z &= N\cos\alpha \left\{\left[\frac{2a_1+a}{3} + \frac{M^2}{3kT}\right]K + \left[-\frac{M^4}{45k^3T^3} + 4\frac{M^2(a-a_1)}{45k^2T^2} + 2\frac{(a-a_1)^2}{45kT}\right]K^3\right\},\\
\mathfrak{P}_s &= N\sin\alpha\,\{\cdots\}.
\end{aligned}\right\} \quad (6)$$

§ 2.

Die Komponente $\mathfrak{P}_n$ ist maßgebend für das Drehmoment

$$L = [\mathfrak{P}_n; \mathfrak{K}].$$

Wenn das Molekül isotrop ist, $a_1 = a$, so verschwindet hierin der Einfluß der Verschiebungselektronen, der sich in den Größen 3. Ordnung der Entwicklung nach K bemerkbar macht. Der temperaturunabhängige Teil dieses Ausdrucks enthält das arithmetische Mittel der Konstanten a des Verschiebungsmoments (1). In dem eben erwähnten Falle der Isotropie kommt man auf den sonst gebräuchlichen Ausdruck

$$N\frac{e^2}{f}\mathfrak{K}$$

für das Verschiebungsmoment zurück, wo e die Ladung des aus der Ruhelage herausgezogenen Elektrons und f die rückziehende Kraft im Abstand Eins bedeuten. Um nun eine Abschätzung durchzuführen, beschäftigen wir uns mit dem speziellen Fall, daß die Verschiebung in Richtung der z'-Achse, also des festen Dipols, erfolgt:

$$a_1 = 0.$$

Dann wird nämlich für einen gegebenen Wert des temperaturunabhängigen Teils in $\mathfrak{P}$ der Einfluß der Verschiebungselektronen in $\mathfrak{P}_n$ am größten.

Nach Debye[1]) ist in erster Näherung der Betrag der Polarisation $\mathfrak{P}_x + \mathfrak{P}_z$ in Richtung des Feldes:

$$\Theta K = N\left(\frac{a}{3} + \frac{M^2}{3kT}\right)K, \qquad (7)$$

und Debye gibt für einige Dipolflüssigkeiten eine Tabelle der Konstanten in der Temperaturfunktion Θ auf Grund der Beziehung:

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} = \frac{4\pi}{3}\Theta \qquad (8)$$

zwischen Θ und der Dielektrizitätskonstanten ε.

Diese Beziehung erhält man aus den Gleichungen:

$$\mathfrak{K} = \mathfrak{E} + \frac{4\pi}{3}\mathfrak{P} \qquad (\mathfrak{E} = \text{Feldstärke}).$$

$$\mathfrak{E} + 4\pi\mathfrak{P} = \varepsilon\mathfrak{E}$$

Wenn wir in (7) und (8) von M ganz absehen, so können wir behaupten: $\frac{4\pi}{3}N\frac{a}{3}$ ist von der Größenordnung $\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2}$. Hiernach ist

1) M. Born, Zeitschr. f. Phys. 1, 221, 1920.

1) P. Debye, diese Zeitschr. 13, 97, 1912.

für verschiedene Flüssigkeiten bei Zimmertemperatur:

	N pro cm³	$\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon+2}$	obere Grenze für $a \cdot 10^{22}$	$M \cdot 10^{19}$ nach Debye
Äthylalkohol .	$1{,}03 \cdot 10^{22}$	0,89	0,62	4,3
Wasser	$3{,}32 \cdot 10^{22}$	0,96	0,21	5,7
Äthyläther . .	$3{,}39 \cdot 10^{21}$	0,53	1,12	11,8
Toluol	$5{,}8 \cdot 10^{21}$	0,30	0,37	5,1
Amylalkohol .	$4{,}3 \cdot 10^{21}$	0,83	1,38	7,8

In (6) hatten wir $a_1 = 0$ gesetzt. Aus der Tabelle geht hervor, daß der Ausdruck $\frac{a^2K^2}{45kT}$ in keinem der angeführten Falle den Ausdruck $\frac{M^2K}{3kT}$ in $\mathfrak{P}_\infty$ zu ersetzen vermag. Nehmen wir die schon recht beträchtliche äußere Feldstärke $E_a = 10$ C.G.S. (sie ist für die Lertessche Kugel identisch[1]) mit der wirksamen Kraft K), so erhalten wir mit

$$K = 1{,}37 \cdot 10^{-16}; \quad T = 300$$

folgendes Resultat:

$\frac{M^2K}{3kT}$ hat die Größenordnung 10^{-24},

$\frac{a^2 \cdot K^3}{45kT}$ dagegen ist von der Ordnung 10^{-29}.

Die übrigen Terme in $\mathfrak{P}_\infty$ fallen noch kleiner aus, als der letztere. Lertes benutzte Gesamtspannungen von 140 bis 180 Volt.

Zu einer Notiz von G. Breit[2]) bemerken wir noch, daß das Experiment von Lertes zwar als Dispersionsmessung aufgefaßt werden kann, daß wir aber nach dem Obigen an der Zweckmäßigkeit der Hypothese der natürlichen Dipole festhalten müssen, solange nicht etwa gezeigt ist, daß die Größenordnung der zeitlichen Phasenverzögerung der Polarisation gegenüber dem erzeugenden Felde aus einem die Bewegung der Elektronen im Molekül betreffenden Reibungsansatz der Dispersionstheorie ableitbar ist.

Herrn Prof. Born sei für Anregung und Förderung dieser Überlegungen herzlicher Dank ausgesprochen.

1) Zeitschr. f. Phys. **8**, 72, 1921.
2) Zeitschr. f. Phys. **11**, 129, 1922.

Göttingen, Juli 1923.

(Eingegangen 9. Juli 1923.)

Cäsiumdubletts.

Von Felix Joachim v. Wisniewski.

Ich werde hier zeigen, daß die Dublett-Niveaudifferenzen der p- und d-Terme von Cäsium eine Gesetzmäßigkeit zeigen, welche sich in einer empirischen Formel zusammenfassen läßt.

Wir werden die Schwingungsdifferenzen der p- und d-Niveaus, welche der Quantenzahl n entsprechen, mit $\Delta\nu_{np}$ und $\Delta\nu_{nd}$ bezeichnen.

Die Niveaudifferenzen $\Delta\nu_{np}$ und $\Delta\nu_{nd}$ lassen sich als Funktionen von n durch folgende empirische Formel darstellen:

$$\Delta\nu_{np} = a_p \left[1 - \frac{1}{n-1} \sum_{2}^{n} \frac{1}{s^2}\right] \cdot \frac{1}{n^3} \quad (n = 2, 3, \ldots) \qquad \text{(A)}$$

$$\Delta\nu_{nd} = a_d \left[1 - \frac{1}{n-1} \sum_{2}^{n} \frac{1}{s^2}\right] \cdot \frac{1}{n^3} \quad (n = 3, 4, \ldots) \qquad \text{(B)}$$

wo a_p und a_d Konstanten sind.

Die unten stehende Tabelle gibt die Werte von $\frac{\Delta\nu_{2p}}{\Delta\nu_{np}}$ und $\frac{\Delta\nu_{3d}}{\Delta\nu_{nd}}$, berechnet nach den Formeln und daneben die gemessenen Werte der Niveaudifferenzen von Cäsium und Rubidium.

	Formeln	Cs	Rb
$\frac{\Delta\nu_{2p}}{\Delta\nu_{3p}}$	3,09	3,06	3,05
$\frac{\Delta\nu_{2p}}{\Delta\nu_{4p}}$	6,986	6,92	7,08
$\frac{\Delta\nu_{2p}}{\Delta\nu_{5p}}$	13,12	12,94	—
$\frac{\Delta\nu_{3d}}{\Delta\nu_{4d}}$	2,279	2,284	
$\frac{\Delta\nu_{3d}}{\Delta\nu_{5d}}$	4,45	4,24	
$\frac{\Delta\nu_{3d}}{\Delta\nu_{6d}}$	8,09	8,04	

Wir sehen also, daß die empirischen Formeln (A) und (B) die gemessenen Werte von $\frac{\Delta\nu_{4p}}{\Delta\nu_{np}}$ und $\frac{\Delta\nu_{3d}}{\Delta\nu_{nd}}$ sehr genau wiedergeben.

Für $\frac{a_p}{a_d}$ haben wir:

$$\frac{a_p}{a_d} = \frac{\Delta\nu_{3p}}{\Delta\nu_{3d}} = \frac{181{,}07}{97{,}9} = 1{,}84,$$

$$\frac{a_p}{a_d} = \frac{\Delta\nu_{4p}}{\Delta\nu_{4d}} = \frac{80}{43} = 1{,}86.$$

Wir können also die Werte von $\Delta\nu_{n\beta}$ und $\Delta\nu_{n\delta}$ in folgende zwei Formeln zusammenfassen:

$$\Delta\nu_{n\beta} = \frac{5910{,}4}{n^3}\left[1 - \frac{1}{n-1}\sum_{2}^{n}\frac{1}{s^2}\right]$$
$$n = 2, 3, 4, \ldots$$

$$\Delta\nu_{n\delta} = \frac{3223{,}5}{n^3}\left[1 - \frac{1}{n-1}\sum_{2}^{n}\frac{1}{s^2}\right]$$
$$n = 3, 4, 5, 6.$$

Die gemessenen Werte von $\Delta\nu_{n\beta}$ und $\Delta\nu_{n\delta}$ sind den Tabellen, welche sich im Buch von H. Konen: „Das Leuchten der Gase und Dämpfe" befinden, entnommen.

Juli 1923.

(Eingegangen 15. Juli 1923.)

Radioaktive Zerfallsprodukte in der Atmosphäre und die Wahrscheinlichkeit ihrer Herkunft von der Sonne.

III. Mitteilung[1]).

Von Hermann Bongards.

Für den Nachweis eines solaren Ursprungs des überwiegenden Teils der in der Atmosphäre enthaltenen Zerfallsprodukte des Radiums schien es bisher keine geeignetere Methode zu geben, als Messungen in größeren Höhen der freien Atmosphäre. Derartige Beobachtungen sind dem Vernehmen nach auch an anderer Stelle in Vorbereitung begriffen. Schon früher ist indes darauf hingewiesen worden, daß derartige Messungen, auch wenn sie mit der Beobachtung solarer Erscheinungen parallel gehen, nicht imstande sind, einen zwingenden Beweis des solaren Ursprungs zu liefern, solange nicht Höhen erreicht werden, die jede Herkunft der untersuchten Substanzen von der Erde ausschließen. Außer der vorgeschlagenen Methode der Strahlungsmessung gibt es aber noch eine Möglichkeit, den außerirdischen Ursprung der Emanation zweifelsfrei nachzuweisen. Wenn es nämlich gelingt, festzustellen, daß an einer Reihe von über die ganze Erde verteilten Beobachtungsstellen die größeren zeitlichen Schwankungen des Emanationsgehalts der Atmosphäre in gleichem Sinne verlaufen, so würde diese Tatsache ganz zweifellos für den kosmischen Ursprung der Emanation sprechen.

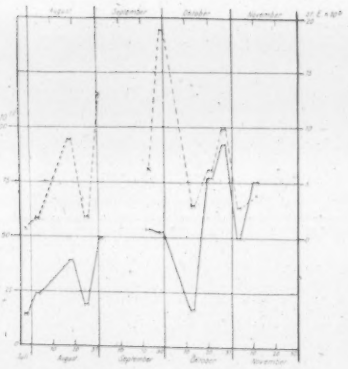
Infolge der Schwierigkeit, die während des Krieges erschienene ausländische Fachliteratur einzusehen, war mir bisher eine Arbeit von J. R. Wright und O. F. Smith[1]) entgangen, in der die Verfasser Messungen in Manila auf den Philippinen fortsetzen, über die sie bereits früher[2]) berichtet hatten. Als mir diese Arbeit kürzlich zugänglich wurde, ergab sich, daß ein Teil der darin enthaltenen Einzelmessungen zeitlich mit meinen Messungen in Lindenberg zusammenfällt, deren Ergebnisse ich in meiner ersten Mitteilung an dieser Stelle[3]) in einer graphischen Darstellung zusammengestellt habe. Die Messungen von Wright und Smith sind in der fraglichen Zeit viel weniger zahlreich als die Beobachtungen in Lindenberg. In der Zeit vom 29. Juli bis 2. Dezember 1913 sind in Manila 13, in Lindenberg 98 Beobachtungen gemacht worden. Die Messungen in Manila sind mittels der Absorptionsmethode durch Kokosnußkohle ausgeführt worden und geben daher quantitative Resultate, während die Lindenberger Beobachtungen mit der modifizierten Elster-Geitelschen Drahtmethode nur Relativwerte geben. Da die Messungen in Manila sich über 20 Stunden (von 1^h p. m. bis 9^h a. m. des Nachtages) erstrecken, so werden die Einzelwerte an beiden Orten, namentlich bei schnellen zeitlichen Schwankungen, nicht unmittelbar vergleichbar sein, zumal die Lindenberger Beobachtungen sich im Mittel über nur etwa 2 Stunden erstreckten. Es wurde daher aus den Lindenberger Beobachtungsergebnissen des Vergleichstages und des nachfolgenden Tages, soweit Beobachtungen vorlagen, ein Mittelwert gebildet. Eine Zusammenstellung der so erhaltenen Werte zeigt die Tabelle und die graphische Darstellung in der Figur.

Die Übereinstimmung der zeitlichen Schwankungen dem Sinne nach ist überraschend, zumal wenn man die Verschiedenartigkeit der Methoden in Betracht zieht und bedenkt, daß die Messungen in Manila in Bodennähe angestellt wurden, während sich die Lindenberger Beobachtungen auf eine mittlere Höhe von rund 1500 m beziehen. Die mangelnde Übereinstimmung in einem Punkt (Ende September) kann nicht allzusehr ins Gewicht fallen, wenn man beachtet, daß örtliche Witterungsverhältnisse, vor allem Niederschläge, auch nach den Erfahrungen in Manila nicht ohne Einfluß auf den Emanationsgehalt sind, vor allem wahrscheinlich dann nicht, wenn die Beobachtungen am Boden erfolgen. Jedenfalls wird man bei diesem Ergebnis des Vergleichs nicht weiter daran festhalten können, daß die Änderungen des Emanationsgehalts der Luft einer Beeinflussung der Bodenatmung durch

1) Vgl. diese Zeitschr. **21**, 141, 1920; **24**, 16, 1923.

1) Physical Review (2) **5**, 459, 1915.
2) Diese Zeitschr. **15**, 31, 1914.
3) Diese Zeitschr. **21**, 143, 1920.

1913	Manilà	Lindenberg		
	$g \times 10^{12}$ Radium-Äquivalent pro m^3 (Curie $\times 10^{12}$)	Sättigungsstrom in st. E. $\times 10^6$ pro cm^2 Oberfläche des aktivierten Drahtes		
Datum	Mittelwerte v. 20h	Einzelwerte	Summe	Mittelwerte
Juli 28.	14.5	—	—	0,66
„ 29.		0.66	—	
Aug. 4.	23.6	1.91	3.36	1,68
„ 5.		1.45		
„ 18.	39.5	10.65	17.61	8,80
„ 19.		6.96		
„ 25.	19.6	1.50	3.58	1,79
„ 26.		2.08		
Sept. 1.	49.7	13.0	—	13.0
„ 2.		—	—	
„ 8.	17.3	—	—	—
„ 9.		—	—	
„ 22.	53.4	—	—	6.07
„ 23.		6.07	—	
„ 29.	52.0	15.24	37.54	18.77
„ 30.		22.30		
Okt. 13.	17.1	1.83	5.87	2.93
„ 14.		4.04		
„ 20.	77.1	3.48	12.11	6,06
„ 21.		8.63		
„ 27.	92.2	9.09	19.54	9.77
„ 28.		10.45		
Nov. 3.	49.9	3.86	5.64	2.82
„ 4.		1.78		
„ 10.	75.4	—	—	3.90
„ 11.		3.99	—	



— Manila ---- Lindenberg

Witterungserscheinungen zuzuschreiben sind. Man wird vielmehr dazu gedrängt, die beobachtete Beziehung der Schwankung des Emanationsgehalts z. B. zu Luftdruckschwankungen einer gemeinsamen Ursache zuzuschreiben. Wenn auch die Tragweite, welche die Annahme einer kosmischen Herkunft der atmosphärischen Emanation für meteorologische, luftelektrische, erdmagnetische und astrophysikalische Fragen in sich schließt, eine eingehende Untersuchung dringend erheischt, so ist doch schon jetzt die Annahme, daß die Gleichsinnigkeit des Gangs in Manila und Lindenberg zufällig sei, im höchsten Grade unwahrscheinlich, da von insgesamt 12 vergleichbaren Werten, die sich über einen Zeitraum von mehr als 4 Monaten verteilen, nur einer aus der Reihe fällt. Eine solche Untersuchung wäre wohl am besten in der Weise zu organisieren, daß an mehreren verschiedenen Orten der Erde, an denen lokale Beeinflussungen am wenigsten zu erwarten sind, gleichzeitig Beobachtungen des Emanationsgehalts stattfinden. Daß diese Beobachtungen nicht sämtlich mittels quantitativer Methoden erfolgen müssen, daß vielmehr auch die namentlich für Beobachtungen in der freien Atmosphäre wesentlich bequemere Drahtmethode geeignet ist, genügende Ergebnisse zu liefern, ergibt der obige Vergleich.

Hamburg-Großborstel, 2. Juli 1923.

(Eingegangen 9. Juli 1923.)

Die elastischen Konstanten im Erdinnern.

Eine Überschlagsrechnung.

Von B. Gutenberg.

Die Untersuchungen über die Geschwindigkeiten V longitudinaler und $\mathfrak{V}$ transversaler Erdbebenwellen im Erdinnern haben zu folgenden Ergebnissen[1]) geführt, wobei die Zahlen für die obersten Schichten zunächst nur für Mitteleuropa gelten:

Tabelle I.

Tiefe		Geschwindigkeit in km/sec	
km	Bezeichnung	longitudinal	transversal
0	Erdoberfläche	5.6 ± 0,15	$3^1/_2 \pm {}^1/_2$
60 oben	Mantel	5.9 ± 0,2	$3^3/_4 \pm {}^1/_2$
60 unten	(Barysphäre)	8,0 ± 0,1	4.3 ± 0,2
1200		$12^1/_2 \pm {}^1/_2$	7 ± $^1/_2$
1700	Zwischenschicht	$12^3/_4 \pm {}^1/_2$	$7^1/_4 \pm {}^1/_2$
2450		$13^1/_4 \pm {}^1/_2$	$7^1/_2 \pm {}^1/_2$
2900 oben		13 ± $^1/_2$	$7^1/_4 \pm {}^1/_2$
2900 unten	Kern	$8^1/_2 \pm {}^1/_2$	5 ? unsicher
6370		11 ± 1	$6^1/_4$? „

1) Eine graphische Darstellung, die mit Ausnahme der obersten 60 km den hier angegebenen Zahlen ungefähr entspricht, findet sich z. B. in dieser Zeitschr. 14. 1218, 1913.

Wie man aus den nach Schätzungen angegebenen wahrscheinlichen Grenzen dieser Werte ersieht, besteht nur noch bei den Transversalwellen im Erdkern eine größere Unsicherheit, die daher rührt, daß Transversalwellen, die den Erdkern passiert haben, noch nicht sicher nachgewiesen wurden. Es dürfte dies in erster Linie daher rühren, daß um den Zeitpunkt herum, an dem diese Transversalwellen zu erwarten sind, zahlreiche am Kern gebrochene Wellen von kompliziertem Charakter eintreffen, die teils longitudinal, teils transversal gelaufen sind und zum Teil auch noch an der Erdoberfläche reflektiert wurden. Diese Wellen, deren Laufzeiten zuerst theoretisch gefunden und dann erst durch das Studium von Aufzeichnungen bestätigt wurden, lassen den Einsatz der Transversalwellen nicht deutlich hervortreten; außerdem sind Beben aus jenen großen Entfernungen (besonders zwischen 125—140° und über 150° Herddistanz) recht selten deutlich registriert worden. Daß der Erdkern als fest zu betrachten ist und Transversalwellen daher durchlassen muß, dürfte nach den Ergebnissen über die Starrheit der Erde (aus den Untersuchungen über die Deformation der Erde durch Sonne und Mond, über die Ebbe und Flut und über die Polschwankungen) wohl als sehr wahrscheinlich anzusehen sein.

Sind μ und k die Koeffizienten der Riegheit (Widerstandsfähigkeit gegen Formveränderung) bzw. der Inkompressibilität (reziproker Wert der Fähigkeit, unter Druck das Volumen zu verringern) und ϱ die Dichte, so bestehen in festen Körpern zwischen diesen Größen und den Wellengeschwindigkeiten V und $\mathfrak{V}$ die Beziehungen:

$$V^2 = \frac{k + \frac{4}{3}\mu}{\varrho} \qquad \mathfrak{V}^2 = \frac{\mu}{\varrho} \tag{1}$$

und in Flüssigkeiten:

$$V^2 = \frac{k}{\varrho} \qquad \mathfrak{V} \text{ fehlt.} \tag{2}$$

Kennen wir also noch die Dichte ϱ im Erdinnern, so lassen sich μ und k berechnen. Die weitgehendste Untersuchung über ϱ rührt wohl von W. Klußmann[1]) her, der frühere Forschungen von E. Wiechert erweiterte und unter der Voraussetzung, daß die Dichte im Mantel, in der Zwischenschicht und im Kern, dessen Grenze er aber in 2450 km Tiefe annahm, je konstant seien, unter Zugrundelegung unserer Kenntnisse über die Erdgestalt zu folgenden zusammengehörigen Werten für die Dichte der einzelnen Schichten kam (die beiden letzten Spalten sind nach Extrapolation zugefügt):

Tabelle II.

0—1200 km	ϱ_1	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
1200—2450 „	ϱ_2	7,2	7,6	8,0	8,4	8,8	9,2
2450—6370 „	ϱ_3	8,3	8,8	9,2	9,6	10,0	10,4

Kehren wir nun zu unserer Tabelle I zurück. Die Schicht zwischen 0 und 60 km Tiefe, in der die Dichte nach Ansicht der Geologie von 2,7 auf 3,1 ansteigen dürfte, wollen wir zunächst vernachlässigen. Von ihr ab steigt die Wellengeschwindigkeit nach innen zu fast linear bis zu 1200 km, dann etwas ungleichmäßig und langsamer weiter bis in 2450 km Tiefe, wo eine kleine Abnahme erfolgt. Bis zum Erdkern in 2900 km Tiefe verläuft die Wellengeschwindigkeit stetig, wir dürfen also annehmen, daß auch die Dichte sich stetig ändert, und setzen in erster Annäherung voraus, daß der Verlauf der Dichte im Mantel und in der Zwischenschicht durch je eine Gerade dargestellt werde, die in 1200 km Tiefe sich ohne Sprung aneinander anschließen. Sei ϱ_0 die Dichte an der Erdoberfläche (bzw. in 60 km Tiefe unterhalb der Schichtgrenze), so ist dann, falls $d = r_0 - r$ die Tiefe ist, im Mantel: (a = konst.)

$$\varrho' = \varrho_0 (1 + a d), \tag{3}$$

in der Zwischenschicht: (b = konst.)

$$\varrho'' = \varrho_0 (1 + 1200\, a + b (d - 1200)). \tag{4}$$

An der Kerngrenze springt nun die Wellengeschwindigkeit V von 13 auf $8^1/_2$ km/sec. Da wir den Erdkern als fest ansehen wollen, ist dieser Sprung nach (1) nur durch sprungweise Zunahme der Dichte zu erklären. Eine solche ist ja nach allen Betrachtungen tatsächlich zu erwarten. Setzt man weiter voraus, daß sich μ und k am Kern nicht wesentlich ändern, so müßte nach (1) ϱ an der Kerngrenze auf das 2,3 fache springen. Daß die Dichte im Kern sich sehr ändert, ist unwahrscheinlich; wir setzen daher für unsere Überschlagsrechnung im Kern:

$$\varrho''' = 2{,}3\, \varrho_0 (1 + 1200\, a + 1700\, b) \tag{5}$$

konstant voraus. Die mittlere Erddichte ist $\varrho_m = 5{,}53$. Es muß daher (falls r_0 = Erdradius) die Beziehung bestehen:

$$\tfrac{4}{3}\pi r_0^3 \varrho_m = 4\pi \int_{r=6370}^{r_1=5170} \varrho' r^2 \partial r + 4\pi \int_{r_1=5170}^{r_2=3470} \varrho'' r^2 \partial r + \Big| + \tfrac{4}{3}\pi \varrho''' r_2^3. \tag{6}$$

Diese Bedingung führt zu folgender Beziehung zwischen a und b:

$$\frac{\varrho_m}{\varrho_0} - 1{,}22 = 1163\, a + 925\, b. \tag{7}$$

Bei der Annahme des Wertes von ϱ_0 müssen wir berücksichtigen, daß vermutlich schon vor der Schicht in 60 km Tiefe der Wert 3,0 er-

1) W. Klußmann, „Über das Innere der Erde". Beitr. z. Geophysik 14, 1, 1915.

reicht wird, und daß andererseits unterhalb der Ozeane die Dichte etwas größer sein dürfte als unter den Kontinenten, wo sie jedenfalls in 60 km Tiefe sprungweise ansteigt, so daß ϱ_0 vermutlich eher über als unter 3,0 zu wählen sein dürfte. Setzen wir $\varrho_0 = 3{,}1$, so ist:

$$b = 0{,}00060 - 1{,}256\,a. \qquad (8)$$

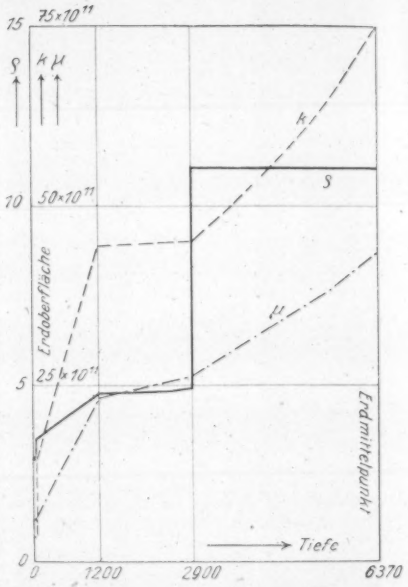
Zur Bestimmung von a verwenden wir die Ergebnisse von Klußmann (Tabelle II). Die mittlere Dichte des Mantels ergibt sich durch Integration aus (3) zu:

$$\varrho_1 = \varrho_0\,(1 + 520\,a). \qquad (9)$$

Wir haben nun zwei Grenzfälle, falls wir voraussetzen, daß die Dichte weder im Mantel noch in der Zwischenschicht abnehmen kann: 1. $a = 0$, d. h. die Dichte ist im Mantel konstant, und 2. $b = 0$, d. h. sie ist in der Zwischenschicht konstant. Im ersten Falle wäre $\varrho' = 3{,}1$ konstant, ϱ'' würde von 3,1 auf etwa $6^1/_2$ ansteigen und die Kerndichte wäre 15. Diese Zahlen stehen in entschiedenem Widerspruch mit Tabelle II. Im zweiten Falle ergibt sich $a = 0{,}00048$, die Dichte würde dann im Mantel von 3,1 auf 4,9 ansteigen, diesen Wert in der Zwischenschicht beibehalten und an der Kerngrenze auf $11^1/_4$ springen. Es ergibt sich nach (9): $\varrho_1 = 3{,}8$, ferner sind $\varrho_2 = 4{,}9$ und $\varrho_3 = 11^1/_4$. Diese Zahlen stehen aber in vorzüglicher Übereinstimmung mit der vorletzten Spalte der Tabelle II, wenn man noch berücksichtigt, daß dort der Kern einen zu großen Inhalt hatte, seine Dichte also zu klein herauskommen muß. Je mehr wir uns von dem Grenzfalle 2 entfernen, desto schlechter wird die Übereinstimmung der für ϱ berechneten Werte mit Tabelle II. Setzen wir also die Werte $a = 0{,}0005$, $b = 0$ in die Gleichungen (3) bis (5) ein, so erhalten wir Werte für die Dichte, die unseren Betrachtungen sowohl als auch den Rechnungen auf Grund der Erdgestalt entsprechen. Tabelle III enthält die entsprechend den Einzelheiten von Tabelle I noch etwas modifizierten Werte für die Dichte ϱ sowie die Werte von μ und k, die sich nach (1) ergeben:

Tabelle III.

Tiefe km	ϱ	μ cm²sec⁻²×10¹¹		k cm²sec⁻²×10¹¹
0	2,8	$3^1/_2$		$4^1/_4$
60 oben	3	$4^1/_4$		$4^1/_2$
60 unten	$3^1/_2$	$6^1/_2$		13
1200	$4^3/_4$	23		44
1700	$4^3/_4$	25		45
2450	$4^3/_4$	26		45
2900 oben	4,9	26		45
2900 unten	11	27	besonders	45
5000	11	36	unsicher!	60
6370	11	43		75



Die Abbildung zeigt den Verlauf der drei Größen. Es ergibt sich, daß die Riegheit und besonders die Inkompressibilität der Erde unterhalb Mitteleuropas in 60 km Tiefe sprungweise stark zunehmen. Diese Tatsache an und für sich ist unabhängig von unsern Annahmen über die Dichte. Beide steigen dann im Mantel weiter an und nehmen dann in der Zwischenschicht wenig, im Kern etwas stärker zu. Die Dichte wächst im Mantel an, dabei ist es nicht ausgeschlossen, daß die Zunahme anfangs stärker, später langsamer erfolgt. Dagegen ändert sie sich in der Zwischenschicht nicht erheblich. Die Dichte des Kernes liegt nach unsern Ergebnissen etwas über 10. Einzelheiten lassen sich hier noch nicht angeben, da insbesondere unsere Kenntnisse über die Geschwindigkeit der Transversalwellen, von der das Resultat abhängt, zu mangelhaft sind.

Zum Schlusse sei erwähnt, daß W. Schweydar in vorzüglicher Übereinstimmung mit unseren Betrachtungen aus der Untersuchung sowohl der Polbewegung als auch unabhängig hiervon der Größe der Ebbe und Flut der festen Erde zu dem Ergebnis gelangte, daß der Starrheitskoeffizient μ von etwa 3×10^{11} CGS. an der

Erdoberfläche auf etwa 32×10^{11} im Erdzentrum anwachsen müsse.

Darmstadt, 6. April 1923.

(Eingegangen 7. Juni 1923.)

Zu dem Lutzschen „Saitenelektrometer neuer Form".

Von Th. Wulf.

In dieser Zeitschr. **24**, 166, 1923 beschreibt Herr Lutz ein „Saitenelektrometer neuer Form", das von ihm in Gemeinschaft mit der Edelmannschen Werkstätte ausgearbeitet ist. Das einzige prinzipiell Neue an dieser Konstruktion besteht darin, daß an Stelle der bisherigen an beiden Enden starr befestigten Saite, wie sie seinerzeit aus dem Einthovenschen Galvanometer herübergenommen wurde, nunmehr eine elastische gespannte Saite tritt, die an einem Ende an einen federnden gebogenen Quarzfaden befestigt ist. Als Vorläufer dieser Konstruktion werden Ader (1897), Elster und Geitel (1909) und Wulf (diese Zeitschr. 15, 250, 1914) genannt.

Schon durch diese Zitationsfolge fühle ich mich erheblich benachteiligt. Gewiß hat Ader zuerst erkannt, daß ein dünner Draht nur dann in einem magnetischen Feld ausgebaucht wird, wenn er nicht starr, sondern nachgiebig ausgespannt ist. Die ganze neue Entwicklung der modernen Saiten- und Fadengalvanometer und Elektrometer setzt aber mit der Aderschen Konstruktion noch gar nicht ein, sondern erst als Einthoven durch Verwendung der ca. 10 mal dünneren versilberten Quarzfäden mit seinem Galvanometer einen so bedeutenden Fortschritt erzielte. Bei diesem feinen Material war die Adersche Anordnung nicht mehr zu gebrauchen und meines Wissens besteht auch heute, mehr als 25 Jahre nach Ader, kein einziges Galvanometer oder Elektrometer, dessen Faden nach diesem Prinzip beweglich gemacht ist (obwohl das nicht gerade unmöglich sein dürfte). Edelmann, Cremer, Lutz, Wertheim-Salomonson, die fast gleichzeitig und unabhängig voneinander im Anschluß an Einthovens Galvanometer ein Elektrometer konstruierten, begnügten sich alle damit, den beiderseits starr befestigten Faden aus dem Einthovenschen Magnetfeld in ein elektrisches Feld, zwischen entsprechend gestaltete ungleich geladene Metallstücke zu übertragen.

Die erste Anordnung, bei der auch diese feineren Fäden nachgiebig gespannt waren, stammt nicht 1909 von Elster und Geitel und dann 1914 von Wulf, sondern wurde von mir bereits 1906 (Patentanmeldung Juli 1906) verwendet, gleich bei meinem ersten Modell des Zweifadenelektrometers, in welchem die Fäden „durch ein minimales Gewichtchen beschwert", frei in der Luft endigten (diese Zeitschr. 8, 246, 1907) und gleich im folgenden Jahre 1908 benutzte ich einen gebogenen feinen Quarzfaden als elastische Befestigung, die der ersten gegenüber noch eine Reihe wertvoller Vorzüge besaß und in meinen Elektrometern ja allgemein bekannt geworden ist. (Erwähnt als verwendet im August und September 1908, Gockel und Wulf, diese Zeitschr. 9, 908, 1908, beschrieben 10, 251, 1909.) Außer diesen beiden von mir herrührenden Verfahren, die Fäden nachgiebig zu spannen, ist bis heute meines Wissens noch kein anderes bekannt geworden, insonderheit ist die elastische Befestigung bisher nur durch den von mir eingeführten gebogenen Quarzfaden betätigt worden.

Beide Methoden wurden nun alsbald auch unabhängig voneinander auf die Einfadenelektrometer angewandt, die erste von Elster und Geitel in dem „Elektrometer mit frei schwebendem Faden", das heißt einem Faden mit einem „freien etwas beschwerten Ende" (diese Zeitschr. 10, 664, 1909), die zweite von mir in meinem Einfadenelektrometer. Beide Instrumente wurden gebaut in der Werkstätte von Günther & Tegetmeyer in Braunschweig, die für beide zu gleicher Zeit im Januar 1909 Gebrauchsmusterschutz beantragte.

Der gebogene elastische Quarzfaden ist seitdem das charakteristische Merkmal meiner Zwei- und Einfadenelektrometer und ihnen bisher allein eigen. Er erteilt denselben eine Reihe sehr wertvoller Eigenschaften.

Indem Herr Lutz in dieser Weise alle meine ihm doch wohl bekannten Arbeiten über den ganzen Zeitraum von 8 Jahren, in welchen ich gerade durch Einführung der elastischen Befestigung an der Entwickelung der Elektrometer doch einigen Anteil genommen habe, verschweigt, geht er nun selber zur Anwendung der elastischen Fadenspannung über, nicht zu einer elastischen Spannung im allgemeinen, sondern genau zu dem von mir 1908 eingeführten gebogenen Quarzfaden und erzielt nun mit dieser Einrichtung bedeutende Fortschritte. Als solche werden erwähnt: die große Haltbarkeit der Fäden beim Transport wie beim Arbeiten (beim Anspringen an eine Schneide) — die nahezu gleichmäßige Empfindlichkeit über den ganzen Bereich der Skala, — die Möglichkeit durch langsames Spannen die Empfindlichkeit in weiten Grenzen zu verändern. Es wird aber nirgends

angedeutet, daß alle diese guten Eigenschaften meinen Instrumenten von Anfang an zukamen und in meinen verschiedenen Publikationen namhaft gemacht sind. Da hierdurch der Anschein erweckt werden könnte, als ob diese Fortschritte jetzt zum erstenmal erzielt wären und auch meinen Instrumenten gegenüber bestünden, so möchte ich das doch nachdrücklich hervorheben.

Es ist nicht meine Absicht, Edelmann oder anderen mechanischen Werkstätten[1]) die Konstruktion dieser Elektrometer zu verwehren (was ich nach Ablauf der Schutzrechte auch gar nicht kann). Da aber die Art der Fadenbefestigung den charakteristischen Unterschied ausmacht zwischen den verschiedenen Einfadenelektrometern (starre Fäden bei Lutz-Edelmann, frei schwebender Faden bei Elster und Geitel, mit elastischem Quarzbügel befestigter Faden bei Wulf), so möchte ich bitten, es auch in Zukunft bei dieser Benennung zu belassen. Genau so gut, wie ein Instrument mit einem frei schwebenden Faden ein Elektrometer nach Elster und Geitel bleiben wird, auch wenn es einmal in einer anderen Werkstätte mit einem anderen Gehäuse versehen werden sollte, ebenso wird ein Instrument mit elastischem Quarzbügel ein Elektrometer nach Wulf bleiben, auch wenn Herr Lutz es in der Edelmannschen Werkstätte bauen läßt, und auch wenn er den Quarzfaden etwas stärker biegt, als wir es bisher zu tun pflegten.

Valkenburg, 6. Juli 1923.

(Eingegangen 9. Juli 1923.)

1) Meine Elektrometer werden jetzt auch von Leyboldts Nachf. Köln angefertigt.

BESPRECHUNGEN.

A. Einstein, Untersuchungen über die Theorie der „Brownschen Bewegung". (Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften Nr. 199.) Mit Anmerkungen herausgegeben von R. Fürth, Prag. 8° 72 S. mit 3 Figuren. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1922. M. 20.—

Es gebührt dem Herausgeber unser Dank um die Redaktion der fünf Abhandlungen Einsteins „Über die Theorie der Brownschen Bewegung", die in der Zeit der Energetik vernachlässigten kinetischen Theorie der Materie neues Leben führten. Die von dem Herausgeber, der bekanntlich selbst in diesem Gebiet vieles leistete, stammende Bemerkungen zu den grundlegenden Abhandlungen beleuchten den heutigen Stand der berührten Probleme. Brody.

S. Arrhenius, Die Chemie und das moderne Leben. Autorisierte deutsche Ausgabe von Dr. B. Finkelstein. gr. 8°. XII u. 373 S., m. 20 Abbildungen im Text. Leipzig, Akadem. Verlagsgesellschaft m. b. H. 1922. Grundzahl M. 3.75; geb. M. 5.75.

Man konnte das Buch auch nennen „Entwicklung und Bedeutung der Chemie und ihrer Technik". Es bringt in großen Zügen und in unterhaltender Form eine Fülle theoretisch und praktisch wichtiger Tatsachen und wurde für die Allgemeinheit (zunächst Schwedens) geschrieben, um Interesse zu wecken „für die Wissenschaft, die mehr als jede andere der gegenwärtigen materiellen Kultur zugrunde liegt" und die Deutschland die Mittel für seine großen Erfolge in den ersten Kriegsjahren gab, während in England Männer maßgebend waren, „die ihre Karriere hauptsächlich ihrer humanistischen oder juristischen Ausbildung verdankten und die darum glaubten, daß man auch weiterhin ohne Chemie auskommen werde".

Mit den Schöpfungsvorstellungen beginnend, behandeln die beiden ersten Kapitel Vorgeschichte und Begründung der wissenschaftlichen Chemie. In den folgenden besonderen Abschnitten wird der Leser an altbekannte Erscheinungen erinnert, um dann durch Erfolge der neuesten Forschung und moderne Verfahren der Großindustrie belehrt zu werden, immer auch auf geschichtliche Zusammenhänge und wirtschaftliche Fragen aufmerksam gemacht. Man betrachtet die Erscheinungen des Feuers, der Oxydation und Reduktion, die Metalle und anderes Material der Werkzeuge, die Silikate und ihre Industrie, die Chemie der Erdrinde, der Erze und fossilen Brennstoffe, des Wassers und der Luft, der Farbstoffe, Riechstoffe und Arzneimittel, der Zellulose und des Kautschuks, die Beziehungen zwischen Chemie und den Energiequellen, den elektrischen Erscheinungen, der Landwirtschaft und Ernährungsfrage. Auch die Begriffe des chemischen Gleichgewichts, der Dissoziation, der Katalyse usw. werden erläutert. Zum Schluß wird auf die dringende Notwendigkeit, mit den Naturschätzen hauszuhalten, hingewiesen.

Ein Namen- und Sachregister erleichtert das Nachschlagen. Geringe äußere Mängel fallen in die Augen. Von den spärlichen Abbildungen betrifft die Hälfte prähistorische Funde und primitive Verfahren zur Feuererzeugung. Ein dem Titel entsprechender Bildschmuck aber würde den Zweck der Schrift wesentlich unterstützen. Einige Male ist die deutsche Schreibweise chemischer Stoffe unrichtig.

Im großen Publikum Verständnis für die Chemie mit ihrer Sondersprache und ihren Sonderbegriffen zu erwecken ist nicht leicht. Als besonders wirkungsvoll zu begrüßen ist es, wenn Forscher von Ruf sich solcher Aufgabe unterziehen, wie es vor 80 Jahren schon Justus Liebig mit seinen weltberühmten „Chemischen Briefen" tat. Ein gleiches Verdienst für die Gegenwart erwirbt sich Arrhenius mit vorliegendem Buche, das sich würdig an seine anderen Schriften reiht, deren Bedeutung für die naturwissenschaftliche Bildung unserer Zeit jedem bekannt ist.

H. Wienhaus.

V. Bjerknes, Untersuchungen über elektrische Resonanz. Sieben Abhandlungen aus den Jahren 1891—1895. 8°. XXXII u. 129 S. Mit 22 Fig. i. Text. Leipzig, Johann Ambrosius Barth. 1923. Gz. 5.—, geb. 6.50

Das Buch enthält einen Abdruck der Arbeiten des Verfassers: 1. Über die Dämpfung schneller elektrischer Schwingungen. Wied. Ann. 44, S. 74. — 2. Über die Erscheinung der multiplen Resonanz elektrischer Wellen. Wied. Ann. 44, S. 92. — 3. Über den zeitlichen Verlauf der Schwingungen im primären Hertzschen Leiter. Wied. Ann. 44, S. 513. — 4. Die Resonanzerscheinung und das Absorptionsvermögen der Metalle für die elektrische Energie. Wied. Ann. 47, S. 69. — 5. Das Eindringen elektrischer Wellen in die Metalle und die elektromagnetische Lichttheorie. Wied. Ann. 48, S. 592. — 6. Verschiedene Formen der multiplen Resonanz. Wied. Ann. 54, S. 58. — 7. Über elektrische Resonanz. Wied. Ann. 55, S. 121. — Neu hinzugefügt sind eine Reihe von Anmerkungen, außerdem eine Einleitung, die die persönlichen Erinnerungen des Verfassers an H. Hertz enthält. Berthold.

A. Wassmuth, Grundlagen und Anwendungen der statistischen Mechanik. (Sammlung Vieweg, Heft 25.) 2. Aufl. 8°. VI und 116 S. mit 4 Abb. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn A.-G. 1922. Gz. 4.—

Die Schrift will „den Weg zum Verständnis der elementaren Lehren der statistischen Mechanik erleichtern". Der Kernpunkt der ganzen Betrachtung: daß zur Berechnung zeitlicher Mittelwerte die Scharmittel einer kanonischen oder mikrokanonischen Verteilung von Systemen benutzt werden können, ist dabei nicht deutlich genug hervorgehoben; überhaupt fragt der Leser vergeblich nach dem Sinn dieser beiden, ihm als willkürlich angenommen erscheinenden Verteilungen. Einige Sätze ohne klaren Sinn (wie z. B. nach dem Liouvilleschen Satz erfüllen die Systempunkte den Phasenraum gleichmäßig). Versehen in den Beweisen und die verwickelten mathematischen Rechnungen dürften dem Anfänger das Verständnis erschweren. F. Hund.

C. H. Müller und G. Prange, Allgemeine Mechanik. Eine Einführung für Studierende der Natur- und Ingenieur-Wissenschaften. X u. 501 S. Mit Fig. Hannover, Helwing'sche Vlgbh. 1923. Gz. 6.—, geb. 7.—

Der Grund dafür, daß das alte, ehrwürdige Lehrgebäude der Mechanik immer wieder in neuen Formen dargestellt wird, liegt nicht so sehr in einem Wandel der Grundlagen und Methoden, als in der Veränderung der Ziele und Wertungen, die durch die Entwicklung aller die Mechanik anwendenden Wissenschaften verursacht werden. Das vorliegende Buch hat mehrere solcher neuen Gesichtspunkte, da es sich zugleich an Studierende der abstrakten und der praktischen Wissenschaften wendet. Die theoretischen Anschauungen der modernen Physik gipfeln in der Relativitätstheorie und in der Lehre von der Atomstruktur. Die Verfasser haben sich nicht gescheut, in ihrem einführenden Lehrbuch diese beiden schwierigen Gebiete zu behandeln, und sie haben erreicht, daß der sorgsame Leser eine vorzügliche Vorbereitung für eingehende Studien erhält. Zugleich aber werden auch die Interessen des Ingenieurs durch geschickt gewählte Beispiele aus der Maschinenlehre gewahrt; so ist z. B. ein längerer Abschnitt der Theorie des Massenausgleichs von Mehrkurbelmaschinen gewidmet.

Aus der Fülle des Inhalts kann hier nur auf einzelne den Physiker besonders interessierende charakteristische Züge hingewiesen werden. Da ist zunächst als großer Vorzug des Werkes zu erwähnen, daß die Sätze der Mechanik nicht nur als logisches Gebäude aus den Prinzipien entwickelt werden, sondern daß überall die geschichtliche Entstehung der Fragestellungen und ihrer Lösungen in den Vordergrund gerückt wird. Dabei bewährt sich die oft vergessene Tatsache, daß die historische Ordnung der Begriffe häufig auch die logisch und pädagogisch beste ist; gerade die Entwicklung der Mechanik ist gar nicht zu verstehen, wenn man nicht berücksichtigt, daß die Mechanik des Himmels der irdischen Mechanik vorangegangen ist. Neben den historischen Rückblicken gibt es aber in dem Buche auch zahlreiche Ausblicke auf Nachbarwissenschaften, die auch für den Kenner voller Anregung sind. Der Begriff des Vektors wird systematisch benutzt; aber die Vektorschreibweise und der Formalismus der Vektorrechnung werden nicht angewandt. Letzteres scheint mir kein Vorzug des Buches; denn durch diese Selbstbeschränkung in den Darstellungsmitteln mußten die Verfasser eine Breite und Schwere in Kauf nehmen, die oft lästig ist, obwohl sie mit dem bei aller Klarheit behäbig breiten Text recht im Einklang steht. Wohl aber wird für das Operieren mit Vektoren und Tensoren die Indizessymbolik ausgiebig benutzt, vor allem da, wo zur Einführung in die Lehre von den „geführten Bewegungen" eine kurze Darstellung der Flächentheorie gegeben wird (Kap. III, 8). Dieser Abschnitt dient zugleich dazu, den Leser mit den in der allgemeinen Relativitätstheorie vorkommenden Begriffen (geodätische Linie, Christoffelsche Symbole usw.) bekannt zu machen. Besonders zu begrüßen sind die Abschnitte über Störungstheorie. Zunächst werden im Kap. IV, 10 die Grundgedanken der Störungsmethoden, besonders in ihrer modernen Form nach Lindstedt und Poincaré, an dem sogenannten eingeschränkten Dreikörperproblem entwickelt; später folgt dann in Kap. V, 7, 8 die Anwendung auf das allgemeine Dreikörperproblem, gekrönt durch eine Berechnung der Bewegungen des Bohr-Kembleschen Parhelium-Modells. Das Buch schließt mit den allgemeinen Differentialprinzipien, während die Integral- und Variationsprinzipien sowie die Hamilton-Jacobische Theorie noch fehlen; die Verfasser stellen einen zweiten Band in Aussicht, der diese Kapitel der höheren Mechanik enthalten soll. Es wäre sehr zu wünschen, daß dieser Band bald erschiene und das wertvolle, für den Unterricht äußerst nützliche Werk zu einem abgeschlossenen Ganzen ergänze.
M. Born.

Rich. Meyer, Vorlesungen über die Geschichte der Chemie. 4°. VIII u. 467 S. Leipzig, Akadem. Verlagsgesellschaft m. b. H. 1922. Grundzahl M. 10.—; geb. M. 12.—

Das Buch ist aus Vorlesungen an der Technischen Hochschule in Braunschweig hervorgegangen und bietet das aus H. Kopps und E. v. Lippmanns eingehenden geschichtlichen Forschungen, aus G. W. A. Kahlbaums und W. Ostwalds Monographien sowie aus A. Ladenburgs Vorträgen, E. v. Meyers bekannter Geschichte der Chemie und den neueren Geschichten der organischen Chemie von E. Hjelt und C. Gräbe bekannte Material, aber ergänzt durch persönliche Erfahrungen, die in einem langen Leben, und durch chemische Kenntnisse, die in lehrender,

experimenteller und literarischer Tätigkeit in reichem Maße gesammelt wurden.

Die Vorgeschichte, das Zeitalter der Alchemie, Iatrochemie und Phlogistonlehre bis zur Entdeckung des Sauerstoffs werden kurz (auf etwa 50 Seiten) behandelt. In den folgenden, mit vielen biographischen Notizen über hervorragende Forscher durchsetzten Kapiteln hat der Verfasser eine möglichst gleichmäßige Behandlung des Wesentlichen angestrebt. Der Erforschung einzelner wichtiger Gruppen von organischen Naturstoffen hätte man vielleicht eine etwas weniger knappe Darstellung wünschen können. Den Physiker gehen namentlich die Kapitel an über Dalton und die Atomtheorie, Ausbildung des Valenzbegriffs, periodisches System der Elemente, neuere Entwicklung der Verwandtschafts- und Valenzlehre, Theorie der Lösungen, Entdeckung der Edelgase, Radioaktivität, Beziehungen zwischen der Zusammensetzung organischer Verbindungen und ihren physikalischen Eigenschaften. Mit dem Kapitel über die chemische Industrie, einem Überblick über die literarischen Hilfsmittel des Chemikers und einer Abgabe über die deutschen Forschungsinstitute schließt das durch Sach- und Namenregister handlich gemachte reichhaltige Buch, dem die flüssige Form des Vortrags sein stilistisches Gepräge gibt.

H. Wienhaus.

L. Graetz, Einführung in die Optik. Das Licht und die Farben. (Aus Natur u. Geisteswelt, Bd. 17.) Fünfte Auflage. kl. 8°. IV u. 130 S. Leipzig-Berlin, B. G. Teubner 1922. Gz. 1.—

Das vorliegende Büchlein bezeichnet sich als eine „Einführung in die Optik". Es gibt in 6 Abschnitten eine gedrängte Übersicht über das gesamte Gebiet, soweit es einen Laien, für den es in erster Linie bestimmt ist, interessieren kann. Behandelt sind folgende Punkte: Geradlinige Ausbreitung, Zurückwerfung und Brechung des Lichtes; Farbenzerstreuung, Farbenmischung, Spektra; Interferenzen, Wellennatur des Lichtes; Lichtäther; Einwände gegen die Wellentheorie, Beugungserscheinungen; Ultrarote, ultraviolette Strahlen, Fluoreszenz Phosphoreszenz, Photographie, Farbenphotographie; Transversale Wellen, Doppelbrechung, Drehung. Die geometrische Optik kommt dabei nur soweit zu Wort, wie sie unbedingt zum Verständnis nötig ist, der Hauptwert ist auf die physikalische Seite gelegt. Ausgiebig ist die Wellennatur des Lichtes behandelt, insbesondere das Licht als Transversalwellen. Nach der Behandlung der Farbenmischungsgesetze wären wohl ein paar Bemerkungen in physiologischer Hinsicht angebracht gewesen. Der Zusammenhang zwischen Atombau und Spektrallinien, der in einem modernen Werk wenigstens erwähnt werden sollte, fehlt. Die Darstellung erinnert an Unterhaltungston, sie verlangt von dem Leser nicht die geringsten mathematischen Kenntnisse. Zum Schluß noch ein Wort über die Abbildungen. Die meisten Abbildungen geben die ganze Versuchsapparatur wieder, nur wenige sind schematisiert. Dieses erscheint kaum vorteilhaft, da die Abbildungen auf diese Weise ziemlich unbeholfen ausgefallen sind. Schemata hätten wohl in den meisten Fällen besser das Prinzip der Versuche, ohne Nebensächlichkeiten, wiedergegeben. Das Buch ist für den Laien sehr anregend, dem Physiker bringt es nichts Unbekanntes.

Homann.

F. W. Aston, Isotope. Autorisierte Übertragung ins Deutsche v. Dr. Else Norst-Rubinowicz. 8°. 163 S. Mit 21 Fig. im Text, 4 Tafeln und einem Bildnis des Verfassers. Leipzig, S. Hirzel. 1923. Ladenpreis geh. M. 3.—, geb. M. 5.— mal Schlüsselzahl des Börsenvereins.

Es ist sehr begrüßenswert, daß F. W. Aston seine schönen experimentellen Untersuchungen über die Isotopie der nicht-radioaktiven Elemente im Zusammenhang weiteren Kreisen zugänglich gemacht hat. Auch die deutsche Übersetzung wird — trotz ihrer wirklich zahlreichen stilistischen Mängel, die oft zu erstaunlichen Redewendungen, leider manchmal auch zu Mißverständlichkeiten führen — von vielen dankbar aufgenommen werden, denen die englischen Originalarbeiten heute nicht mehr zugänglich sind, — zumal auch der Preis in Anbetracht der guten Ausstattung, der vielen Figuren und guten Reproduktionen der photographischen Originalaufnahmen als nicht zu hoch bezeichnet werden darf.

Auf eine allgemeine Einleitung folgt eine kurze Darstellung der radioaktiven Isotopen (Kap. II) und der Kanalstrahlenanalyse nach Thomson (III). Kap. IV enthält den ersten Nachweis der Isotopie des Neons mit der Thomsonschen Methode, und die älteren Versuche des Verf. zur Trennung der Neonisotopen nebst näheren Angaben über eine Mikrowage zur Bestimmung sehr kleiner Dichteänderungen von Gasen. Kap. V bringt die eigentlichen Versuche mit dem „Massenspektrographen", dessen Konstruktion und Theorie, sowie eingehende Angaben über die Methodik und die Überwindung experimenteller Schwierigkeiten. Die folgenden Kap. VI und VII bringen die bis jetzt erhaltenen Resultate, nach Elementen geordnet, wieder mit genauen Angaben über die Hindernisse, die sich der Untersuchung einzelner Elemente entgegenstellten, und über deren Überwindung. Das letztere Kapitel enthält auch die Untersuchungsmethode von Dempster, auf welche näher noch einmal im Anhang III eingegangen wird. In den Kap. VIII und IX werden allgemeine Betrachtungen über Kernbau, Beziehung zwischen Isotopen und Atomnummern, Entstehung von Isotopen nach der Zerfalls- oder Aufbautheorie der Entwicklung der Elemente angestellt, die natürlich sehr hypothetisch, teils Spezialvorstellungen des Verf. sind. Kap. X enthält die spektroskopische Untersuchung von Isotopen, schließlich Kap. XI theoretisch denkbare und experimentell mit mehr oder weniger Erfolg ausgeführte Methoden zur Trennung von Isotopen.

Das Buch ist durchweg so geschrieben, daß es auch ein allgemein naturwissenschaftlich gebildeter Leser verstehen kann. Die Kap. V—VII bringen auch für den Physiker einige interessante Dinge, die in den Originalarbeiten nicht zu finden sind.

W. Gerlach.

W. Nernst, Das Weltgebäude im Lichte der neueren Forschung. 8°. IV, 63 S. Berlin, J. Springer. 1921. M. 12.—

Das Schriftchen ist die Wiedergabe eines Vortrages, den der Verf. 1921 in Berlin, Wien und Prag gehalten hat und ist in seinem Hauptteile in allgemein verständlicher Form gehalten.

Die höchst unbefriedigende Erkenntnis, daß nach den Sätzen der Thermodynamik das Universum unrettbar dem Wärmetode verfallen ist, sowie die Tatsache, daß der Energieverlust der Sonne und Sterne durch Strahlung unter Rücksicht auf ihre lange Lebensdauer bei weitem nicht durch die infolge der Kontraktion erzeugte Wärme gedeckt werden kann, lassen den Verf. einen Ausweg suchen, den er in einer weit

gehenden Berücksichtigung der radioaktiven Prozesse auf die Vorgänge bei der Bildung und Entwicklung der Sterne erblickt.

Verf. stellt die Hypothese auf, daß die Endprodukte des radioaktiven Zerfalles, Helium- und Wasserstoffatome, sich in die Nullpunktsenergie des Lichtäthers verwandeln können, was also einem Verschwinden von Materie gleichkommt. Andererseits können sich aber auch durch gelegentliche Schwankungen des Energieinhaltes des Lichtäthers irgendwo im Weltraume Atome chemischer Elemente neu bilden. Beide Prozesse brauchen nur ungeheuer selten vorzukommen. Die neugebildeten Atome sind vorzugsweise solche von Elementen mit Ordnungszahlen größer als die des Urans, die sehr stark radioaktiv sind. Aus diesem Elemente besteht der Urnebel, durch dessen Kontraktion sich ein Stern bildet, der in seinem frühen Lebenszustande also in der Hauptsache aus außerordentlich starken radioaktiven Substanzen besteht, durch deren Zerfall ungeheure Energiemengen frei werden, welche die Quelle der hohen Temperatur der Sterne sind und ihre lange Lebensdauer bedingen. Ist der Abbau der radioaktiven Elemente weit fortgeschritten, so fängt die Temperatur des Sternes an zu sinken, er durchläuft das Zwergstadium, erlischt und verschwindet nach ungeheuer langen Zeiträumen schließlich gänzlich, weil sich seine ganze Materie unter langsam fortschreitendem radioaktiven Zerfall wieder in den Lichtäther zurückverwandelt.

Für die Lebensdauer der Sterne leitet der Verf. unter Benutzung der Einsteinschen Beziehung zwischen Materie und Energie eine obere Grenze, und aus dem Zerfall des Urans eine untere Grenze ab, und schätzt daraus die Lebensdauer der Sterne auf etwa 10 Milliarden Jahre. Viele Punkte des Vortrages werden durch ausführliche Ergänzungen, die vor allem für den Fachmann bestimmt sind, näher beleuchtet, wodurch die Resultate der Überlegungen und Rechnungen, die im Vortrage selbst nur angeführt werden konnten, fester begründet werden. Otto Kohl.

W. Caspari, Biologische Grundlagen zur Strahlentherapie der bösartigen Geschwülste. gr. 8°. 32 S., m. 4 Figuren. Leipzig, Theodor Steinkopff. 1922. Gz. 1.—

Das physikalische Geschehen während einer Bestrahlung des menschlichen Gewebes ist nach Kenntnis der Sekundärstrahlung, der Elektronenumlagerung, nach Einführung genauer Meßinstrumente (Ionisationskammer) hinreichend bekannt. Wie sich dieses Geschehen aber im lebenden Gewebe auswirkt, wie das Gewebe darauf reagiert, darüber bestehen noch recht unklare Vorstellungen. Die meisten Autoren neigen der Anschauung zu, daß die in der Materie freiwerdenden Elektronen das biologisch Wirksame sind. Ein Beweis für diese Tatsache ist jedoch noch nicht erbracht. Verf. zählt nun die bisher gemachten Beobachtungen über den biologischen Effekt einer Röntgenbestrahlung auf und schließt damit eine Lücke, die sowohl beim Physiker als beim Chemiker sich auf diesem Gebiete bemerkbar macht. Das so oft zitierte Gesetz von Bergonnié-Tribondeau lautet: Die Strahlenempfindlichkeit ist um so größer, je größer die reproduktive Kraft einer Zelle ist, je länger ihr karyokinetischer Werdegang ist und je undifferenzierter die Zelle ist. So viel ist sicher, daß sich die Wirkung der Strahlen in erster Linie im Zellkern bemerkbar macht und daß die Zellarten, die am regenerationsfähigsten sind, am empfindlichsten sind, daß diejenigen Zellen gleicher Art mit Kernen, welche in der Regeneration begriffen sind, empfindlicher sind als die ruhenden. Es ist unmöglich, so viele Strahlen auf eine bösartige Geschwulst zu applizieren, bis alle Zellen dieser Geschwulst abgetötet sind. Die Abwehrkräfte des Organismus, bestehend in seinen Bindegewebszellen, unterstützen in erheblichem Maße die Heilwirkung der Röntgenstrahlen. Deshalb ist die Wirkung der Röntgenstrahlen nie eine lokalisierte, wenn sie auch noch so lokalisiert angewandt werden, sondern stets eine allgemeine. Meyer.

Berichtigung

zu der Arbeit: „Spannungsmessungen am Tesla-Transformator" von M. Wolfke.

Die Formeln (1), (2) und (3) sind falsch. Sie wurden ursprünglich für die Berechnung der Meßresultate vorbereitet und versehentlich bei der endgültigen Abfassung der Abhandlung hineingebracht. Die Auswertung jedoch der in der Abhandlung angegebenen Resultate geschah auf Grund der bekannten Beziehung:

$$\frac{Pe}{300} = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right),$$

Warschau, 10. Juli 1923.

Prof. Dr. M. Wolfke.

Tagesereignisse.

Seitens der **General Electric Company in New York** unter Beteiligung der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft und des Siemens-Konzerns in Berlin ist der **Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft** (Berlin C. 2, Schloß, Portal III) ein Betrag von zunächst 15000 Dollars zur Verfügung gestellt worden mit dem Ziel, durch einen von der Notgemeinschaft zu begründenden besonderen Ausschuß die wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiete der Elektrophysik zu fördern. Für die Tätigkeit dieses Ausschusses sind, im Einverständnis mit den Stiftern, die nachstehenden Richtlinien erlassen:

1. Die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft verwendet die von der General Electric Company, Schenectady/New York, sowie der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin, und dem Siemens-Konzern, Siemensstadt-Berlin, zur Verfügung gestellten Mittel zur Unterstützung von Forschern auf dem Gebiete der Elektrophysik, vorzugsweise bei ihren experimentellen Arbeiten.

2. Die Entscheidung über die Verwendung der Mittel obliegt dem Elektrophysik-Ausschuß der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft. Der Präsident der Notgemeinschaft hat folgende Fachangehörige zu Mitgliedern des Elektrophysik-Ausschusses ernannt:

M. Planck (Vorsitzender), Berlin,
M. v. Laue (stellv. Vorsitzender), Berlin.
H. Franck, Göttingen,
F. Haber, Berlin,
W. Nernst, Berlin.
W. Wien, Jena.

Die drei Stifterfirmen entsenden zu den Sitzungen des Elektrophysik-Ausschusses Vertreter mit beratender Stimme.

3. Anträge, die dem unter 1. gekennzeichneten Zweck entsprechen, sind zu richten an den Elektrophysik-Ausschuß der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, zu Händen des Geschäftsführers Herrn Dr. A. Berliner, Berlin W 9, Linkstraße 23/24.

In den Anträgen ist das in Angriff zu nehmende Problem deutlich zu kennzeichnen; auch ist die beantragte Summe und die Art der Verwendung anzugeben, ebenso in welchen Zeitabständen und in welcher Form (Bank- oder Postscheckkonto, Amt und Nummer) die eventuellen Teilzahlungen erfolgen sollen.

Außerdem ist anzugeben, ob der Antragsteller zusagt, die eventuell von ihm benötigten Apparate durch die Not-

gemeinschaft zu beziehen (möglichst mit Angabe der vorgeschlagenen Firma und genauer Katalogbezeichnung).

Schließlich ist anzugeben, ob und wann ähnliche Anträge an andere Stellen gerichtet worden sind und welche Beziehungen zwischen den verschiedenen Anträgen bestehen.

4. Die bewilligten Mittel können, wie folgt, verwendet werden:

a) Zur Beschaffung von Apparaten und Material (Sachausgaben). Die Mittel dürfen jedoch nicht dazu verwendet werden, dem Staat seine Verpflichtung zur Erhaltung der Institute im arbeitsfähigen Zustand abzunehmen. Sachausgaben, die nicht unmittelbar mit der Lösung des beantragten Problems zusammenhängen, dürfen daher nicht aus der Bewilligung bestritten werden. Die Notgemeinschaft behält sich das Eigentumsrecht an Gegenständen von erheblichem bleibendem Wert vor.

b) Zur persönlichen Entlohnung von Mitarbeitern und Hilfskräften. Der Gesichtspunkt der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses darf im Rahmen der persönlichen Entlohnung Berücksichtigung finden, indem geeigneten Mitarbeitern laufende Vergütungen gewährt werden, durch die ihr Einkommen bis auf die Höhe eines etatsmäßigen Assistentengehaltes gebracht wird.

c) Der Elektrophysik-Ausschuß behält sich vor, bei der Bewilligung in geeigneten Fällen den Empfänger einzuladen, bestimmte Bruchteile der bewilligten Summe für die persönliche Lebensführung zu verwenden.

5. Die Anträge sollen sich nicht auf Aufgaben beziehen, deren Lösung eine unmittelbare industrielle Bedeutung zukommt, z. B. also die Ausarbeitung spezieller technischer Verfahren.

Sofern sich aber bei der Verfolgung des wissenschaftlichen Zieles als Nebenresultat ein solches technisches Verfahren ergibt, das der betreffende Forscher auszuarbeiten wünscht, so wird erwartet, daß der Empfänger den Stifterfirmen gemeinschaftliche Gelegenheit zur Ausbeutung des Verfahrens gibt. Er soll deshalb das Verfahren beim Reichspatentamt anmelden und eine Abschrift der Anmeldung an den Ausschuß senden. Wenn die drei Stifterfirmen nicht in angemessener Zeit erklären, daß sie an der Erfindung interessiert sind, so bleibt die Verwertung dem Erfinder überlassen. Wenn Interesse besteht, aber über die Bedingungen für die Ausbeutung der Erfindung keine Vereinbarungen zustandekommen, mit denen sich die Parteien befriedigt erklären, so soll die Erfindung ungeschützt bleiben und veröffentlicht werden.

Außerdem wird von dem Erfinder erwartet, daß er aus den Gewinnen, die ihm die Erfindung bringt, dem Elektrophysik-Ausschuß die empfangene Unterstützung in angemessener Zeit, und zwar in voller Höhe, also dem Goldmarkwert entsprechend, zurückzahlt.

6. Der Elektrophysik-Ausschuß verlangt keine ins einzelne gehende Rechenschaft über die Verwendung der bewilligten Summe, jedoch ist anzugeben, welche Gegenstände von erheblichem bleibendem Wert beschafft worden sind. Im übrigen gilt als Zeugnis sachgemäßer Verwendung der Unterstützung das Zustandekommen einer wissenschaftlich wertvollen Arbeit. 12 Sonderabdrücke oder Abschriften dieser Arbeit sind dem Elektrophysik-Ausschuß zur Verfügung zu stellen; dieser wird erforderlichenfalls die Kosten der Herstellung der Abschriften tragen.

In der Arbeit ist ein kurzer Hinweis anzugeben, daß die Arbeit mit den Mitteln des Elektrophysik-Ausschusses der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft geleistet wurde.

7. Alle Auszahlungen erfolgen, dem deutschen Gesetz entsprechend, in Reichsmark. Die Bewilligungen erfolgen in Goldmark und werden zu dem am Zahlungstage gültigen Dollarkurs in Reichsmark umgerechnet.

Der Präsident der Notgemeinschaft
gez. Dr. F. Schmidt-Ott,
Staatsminister.

Personalien.

(Der Herausgeber bittet die Herren Fachgenossen, der Schriftleitung von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Ernannt: Der Professor der Physik und Physikalischen Chemie an der Tierärztlichen Hochschule Utrecht Dr. W. H. Keesom zum Professor der Physik an der Universität Leiden, der a. o. Professor der Chemie an der Universität Bonn Dr. Alfred Benrath zum ord. Professor an der Technischen Hochschule Aachen, der a. o. Professor an der Technischen Hochschule Dresden Dr. Harry Dember zum ord. Professor der Experimentalphysik und Direktor des Physikalischen Instituts ebenda, der Privatdozent an der Universität Halle Professor Dr. Julius Herweg zum etatsmäßigen a. o. Professor der Physik an der Technischen Hochschule Hannover.

Habilitiert: An der Technischen Hochschule Graz Dr. Otto Dischendorfer für organische Chemie, an der Universität Berlin Dr. Klose für Physik, an der Technischen Hochschule Karlsruhe Dr. Ing. Egon Glöd für allgemeine und angewandte physikalische Chemie.

Verliehen: Dem Privatdozenten für Physik an der Hamburgischen Universität Dr. Fritz Goos und dem Privatdozenten für Experimentalphysik an der Technischen Hochschule Berlin Dr. Georg Gehlhoff die Amtsbezeichnung „Professor".

Gestorben: Der ord. Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule in Zürich Dr. Adolf Tobler, der frühere ord. Professor der Chemie an der Universität Berlin und Direktor des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Chemie daselbst Geh. Regierungsrat Dr. Ernst Beckmann.

Gesuche.

Physiker

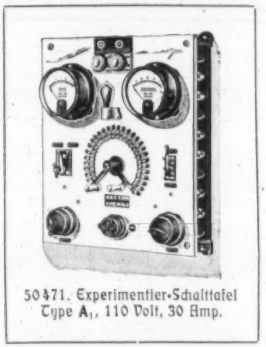
Dr. phil., sucht Anfangsstellung in Industrielaboratorium oder Forschungsinstitut. Kenntnisse und praktische Ausbildung in Chemie vorhanden, sowie beste Referenzen. Gefl. Angebote unter **S. H. 624** an den Verlag der Physikalischen Zeitschrift (S. Hirzel) in Leipzig, Königstraße 2, erbeten.

Wissenschaftlicher Leiter

eines Werkes, promov. Physiker, seit Jahren in Röntgen-Hochvakuum-Hochfrequenztechnik und -betrieb tätig, Nicht-Deutscher mit Sprachkenntnissen, sucht leitende Stellung auch im Ausland. Angebote unter **D. B. J.** an den Verlag der Physikalischen Zeitschrift (S. Hirzel) in Leipzig, Königstr. 2 erbeten.

Für die Schriftleitung verantwortlich Dr. Hans Küstner in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.

Max Kohl A.G. Chemnitz



50471. Experimentier-Schalttafel Type A_1, 110 Volt, 30 Amp.

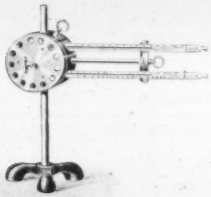
Physikalische Apparate

Funken-Induktoren
Ölluftpumpen
Experimentier-Schalttafeln
Projektions-Apparate
Laboratorienmöbel

In gediegener Ausführung.

Weltausstellung Brüssel: 4 Grosse Preise; Turin: 2 Grosse Preise; Dresden: Grosser Preis.

Original Lambrecht's Normal Aspirations-Psychrometer



Höchste Präzision in allen Teilen

Man verlange Prospekt 905

Wilh. Lambrecht

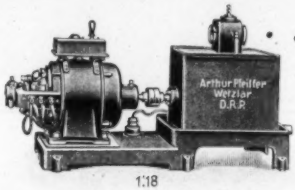
Fabrik wissenschaftlicher Instrumente Gegründet 1859

Göttingen

Pfeiffer's

Haupt-Erzeugnisse

Liste E einfordern



1:18

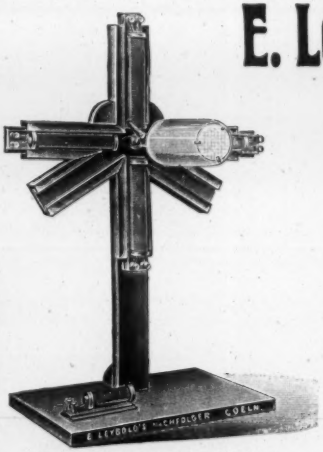
Rotierende Öl-Luftpumpe D.R.P.

Quecksilber-Dampfstrahlpumpe
D. R. P. angem. ganz aus Stahl

1:20

Hochvakuum-Pumpen, Vakua bis $^1/_{1\,000\,000}$ mm Hg.
Saugleistung bis 50 cbm per Stunde
Photometer aller Systeme
Öl-Prüfapparate, Schnellviskosimeter usw.
Funken-Induktoren bis 1000 mm Funkenlänge
Doppel-Pendelgleichrichter
Oscillographen

Arthur Pfeiffer
Wetzlar



Universalstativ für Braun'sche Röhre nach Simon und Reich.

E. Leybold's Nachf. A.-G.

Cöln a/Rhein

Fabrik physikalischer Apparate

Zweigniederlassung:
Berlin NW 7, Dorotheenstraße 53

Projektionsapparate für Diaskopie und Episkopie
Hochvakuumpumpen nach Gaede

Katalog, enthaltend 16000 Nummern, wird Instituten auf Wunsch übersandt.

Für den Anzeigenteil verantwortlich S. Hirzel in Leipzig. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.